

LOCALIZATION SYSTEM

Miloslav Chlad

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xchlad14@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Vladimír Levek

E-mail: levek@feec.vutbr.cz

Abstract: The intent of this paper is to look for the best solution of finding lost items of everyday use. Described solution is based on GPS for outdoor and Bluetooth Low Energy for indoor localization. User of this system will be able to find his/her lost items using smartphone application.

Keywords: Localization, Bluetooth Low Energy, RSSI

1. ÚVOD

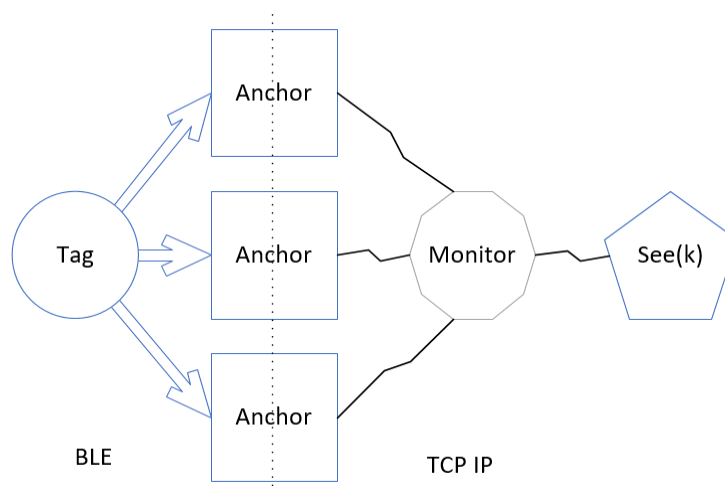
Práce se zabývá návrhem lokalizačního systému vhodného k nalezení ztracených drobných předmětů pro každodenní použití, od klíčů, přes peněženku nebo kabelku, až po batoh. Systém se skládá ze čtyř samostatných bloků. Jsou to přenosné vysílače - Tag, stacionární přijímače - Anchor, TCP server - Monitor a uživatelská aplikace - See(k). Samotná lokalizace je prováděna pomocí indikátoru síly přijatého signálu a následné trilaterace. Po popsání konceptu lokalizace uvnitř i vně budov je přistoupeno k popisu samotné realizace.

2. NAVRŽENÝ KONCEPT

Pro realizaci projektu byla vybrána kombinace technologií GPS a Bluetooth Low Energy (BLE). Díky využití kombinace technologií je možné systém použít v různých prostředích.

2.1. LOKALIZACE UVNITŘ BUDOV

Přesné lokalizace uvnitř budov nelze dosáhnout běžně používanými celulárními ani satelitními navigačními systémy. Proto se používají odlišné techniky využívající světla, ultrazvuku, magnetického pole nebo rádiové komunikace. Při realizaci byla použita technologie BLE pro svou nízkou spotřebu a kompatibilitu s moderními telefony [1].

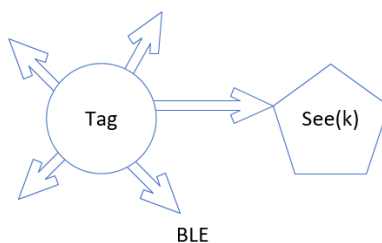


Obrázek 1: Koncept uvnitř budov

Tag představuje hledané zařízení. Jedná se o přenosnou, bateriově napájenou lokalizační jednotku navrženou s ohledem na minimální rozměry a energetickou nenáročnost. Komunikuje pomocí všesměrového vysílání BLE (*advertising*). Anchor je statické zařízení s pevně určenou polohou, které je připojeno do lokální Wi-Fi sítě. Maximální možná vzdálenost mezi Tagem a Anchorem pro udržení spolehlivé komunikace je 12 m ve volném prostoru bez překážek a rušení. Anchor konstantně skenuje všechny kanály určené BLE protokolem k všesměrovému (*advertising*) vysílání. Přijme-li předem definovaný paket od Tagu, získá z něj unikátní jméno Tagu a určí indikátor síly přijatého signálu (*RSSI*). Tyto informace okamžitě přepośle pomocí TCP/IP protokolu na TCP server zvaný Monitor, který data uloží spolu s aktuálním časem. Jako Monitor je použit počítač s veřejnou IP adresou. Uživatelská aplikace pojmenovaná See(k) pracuje na platformě Android. Pomocí TCP/IP protokolu získává z Monitoru data nutná k lokalizaci a uživatelsky přívětivému nalezení jednotlivých Tagů. Vlivem proměnlivého prostředí a různé intenzity rušení může přesnost lokalizace uvnitř budov kolísat od $\pm 0,5$ až po ± 2 m i při vhodném rozmístění Anchorů.

2.2. LOKALIZACE VNĚ BUDOV

Koncept popsáný v předchozí kapitole lze použít pouze ve vymezených prostorech. Pro lokalizaci vně budov existují jiné systémy. Jsou jimi například GPS, GLONASS, Galileo nebo GSM. Pomocí některých z nich je možné s omezenou přesností provádět lokalizaci i uvnitř budov.



Obrázek 2: Koncept vně budov

Tag ve stanovených intervalech vysílá všesměrové BLE (*advertising*) pakety. V případě, že mobilní telefon nebo tablet s aplikací See(k) přijme tento paket, uloží si pomocí GPS svou polohu. Díky tomu je možné v případě ztráty Tagu určit poslední místo, kde byl hledaný předmět v blízkosti uživatele a kde ho pravděpodobně zapomněl. Tento přístup k lokalizaci vně budov bohužel neumožňuje sledování Tagů v reálném čase, pokud zařízení s aplikací See(k) není v dosahu BLE paketů.

3. REALIZACE

Komunikační část BLE je založena na SoC (*system on chip*) nRF51822 od firmy Nordic Semiconductor. V paměti je spolu s aplikací nahrán protokol podporující BLE.

3.1. TAG

Lokalizační jednotka s požadavky na minimální rozměry, napájená baterií CR2032.

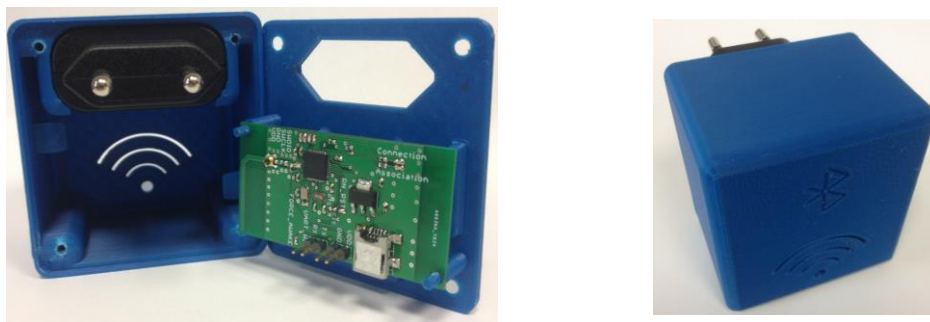


Obrázek 3: Tag – mechanické provedení

SoC je pomocí SPI propojen s MEMS akcelerometrem ADXL362. Nejvýraznější předností uvedeného řešení oproti podobným je dlouhá životnost baterie v Tagu, která se pohybuje v rozmezí 3 – 5 let [2]. Nízké energetické náročnosti je dosaženo využitím akcelerometru k omezení vysílání v době, kdy se Tag nepohybuje a vhodně zvolenou komunikační topologií Bluetooth Low Energy. Pro podobné aplikace se běžně používá komunikační topologie tzv. spojení (*connection*), pro jeho udržení je ale nutné aby centrála s periferií komunikovala minimálně každé 4 sekundy. Z toho důvodu byla zvolena vhodnější topologie všesměrového vysílače (*broadcaster*) a přijímače (*observer*), kdy Tag data nikdy nepřijímá a perioda jeho vysílání kolísá v rozmezí 5 – 30 sekund.

3.2. ANCHOR

Anchor je stacionární BLE přijímač se známou, pevně určenou pozicí, funguje jako převodník BLE na Wi-Fi. Neustále skenuje všechny BLE kanály určené pro všesměrové vysílání (*advertising*) a pokud přijme paket od Tagu, zpracuje ho a pomocí Wi-Fi přepośle na server, se kterým komunikuje v roli TCP klienta. Server získá identifikátor Anchoru, identifikátor Tagu a RSSI. Za předpokladu znalosti pozic Anchorů lze dopočítat polohu Tagu, při získání informací od tří či více Anchorů. SoC je spojen komunikační sběrnicí UART s Wi-Fi modulem RN1723, který zajišťuje komunikace se serverem Monitor.



Obrázek 4: Anchor – mechanické provedení

3.3. SOFTWARE

TCP server Monitor i uživatelská aplikace See(k) jsou vyvíjeny v multiplatformním prostředí Qt, které podporuje vytváření aplikací jak pro Android tak Windows [3]. Monitor neslouží pouze jako server ale zároveň jako grafické uživatelské rozhraní podobně jako See(k).

4. ZÁVĚR

V článku byl popsán koncept a realizace návrhu lokalizačního systému. Oproti podobným systémům bylo dosaženo delší životnosti baterie lokalizačního zařízení, která se pohybuje v rozmezí 3 - 5 let, při zachování obdobné přesnosti lokalizace. Práce se dále zabývá podrobnějším popisem lokalizačních technik a rozбором použitelných technologií, tyto informace však nejsou v článku z důvodu omezeného rozsahu uvedeny.

REFERENCE

- [1] TOWNSEND, Kevin, Carles CUFÍ, Robert DAVIDSON a AKIBA. *Getting Started with Bluetooth Low Energy*. O'Reilly Media, 2014. ISBN 978-1-4919-4951-1.
- [2] Excel sheet for power consumption. *Nordic Developer Zone* [online]. 2015 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <https://devzone.nordicsemi.com/question/36110/excel-sheet-for-power-consumption/>
- [3] *Qt* [online]. Qt Company, 2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://www.qt.io/>